

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

⑪ N° de publication :  
(A n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction).

**2 249 847**

A1

# DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

⑫

**N° 73 39360**

⑤4

Dispositif et procédé de fabrication de fibres de verre.

⑤1

Classification internationale (Int. Cl.<sup>2</sup>).

**C 03 B 37/02; G 02 B 5/14.**

⑫2

Date de dépôt .....

**6 novembre 1973, à 15 h 21 mn.**

③3 ③2 ③1

Priorité revendiquée :

④1

Date de la mise à la disposition du  
public de la demande .....

**B.O.P.I. — «Listes» n. 22 du 30-5-1975.**

⑦1

Déposant : Société dite : THOMSON-CSF, résidant en France.

⑦2

Invention de : Claude Couasnard, Michel Marchal et Jean-Edgar Picquendar.

⑦3

Titulaire : *Idem* ⑦1

⑦4

Mandataire :

D

Vente des fascicules à l'IMPRIMERIE NATIONALE, 27, rue de la Convention — 75732 PARIS CEDEX 15

L'invention concerne un dispositif et un procédé de fabrication de fibres de verre. Il s'agit de fibres utilisées pour la transmission de la lumière dans un canal de guidage où elle reste concentrée grâce à la valeur de l'indice de réfraction du verre. De telles fibres à très faibles pertes permettent la réalisation de télécommunications optiques.

Les méthodes de fabrication connues présentent divers inconvénients portant principalement sur le défaut de pureté du verre des fibres ainsi produites, entraînant des pertes de transmission de la lumière.

Parmi ces méthodes, on peut citer celle dite du creuset, dans laquelle on procède par étirement d'une goutte de verre fondu issue d'un orifice percé à la base d'un creuset placé dans un four de type classique. Son principal inconvénient réside dans la pollution apportée au verre sous forme d'ions métalliques provenant du creuset.

On évite en partie cet inconvénient en employant la méthode dite de la "préforme" dans laquelle on chauffe un barreau cylindrique de verre en le préservant autant que possible de contacts avec des corps étrangers au moins dans la partie portée à haute température. Le diamètre du barreau est de l'ordre de 100 à 1000 fois plus grand que le diamètre de la fibre que l'on tire de lui, celle-ci ayant un diamètre de l'ordre de la centaine de microns.

Dans le cas de fibres dites gainées, comportant des parties concentriques d'indices différents, la préforme est constituée d'un premier barreau de verre dont la surface externe épouse étroitement la surface cylindrique interne d'un deuxième barreau de verre comportant une partie creuse.

Les procédés utilisés pour le chauffage des préformes présentent des inconvénients résiduels importants :

- les fours classiques ne permettent pas de traiter tous les verres, en particulier la silice pure exigeant une température minimale de 2000° C pour pouvoir être étirée en fibre (température dite de "fibrage").

- les dispositifs à torche annulaire basés sur le principe du chalumeau à hydrogène-oxygène, outre les servitudes habituelles des appareils à flamme et leur mauvais rendement énergétique, présentent l'inconvénient de créer, autour de la préforme une  
5 atmosphère riche en ions  $\text{OH}^-$  qui diffusent dans le verre. Il en résulte une absorption sélective de la lumière dans un large domaine de longueurs d'onde ;

- les dispositifs de torches à plasma d'argon entretenu par de l'énergie électrique de haute fréquence sont de gros consom-  
10 mateurs d'argon et d'électricité ; en outre, l'existence d'un fort débit d'argon nuit à la stabilité de la fibre, et par conséquent à la régularité de celle-ci.

L'invention remédie à ces inconvénients.

Le dispositif selon l'invention, comportant des moyens de  
15 chauffage d'une masse de verre, des moyens d'extraction d'au moins une fibre de verre et des moyens de stockage de fibre de verre, est caractérisé en ce que lesdits moyens de chauffage comportent un générateur de rayonnement électromagnétique de haute fréquence débitant sur une cavité résonante, ladite cavité  
20 contenant au moins une partie de ladite masse de verre présentant au moins un orifice de couplage avec le générateur et au moins un orifice permettant l'extraction de ladite fibre de verre.

L'invention sera mieux comprise, et d'autres caractéristiques apparaîtront au moyen de la description qui suit et des  
25 dessins qui l'accompagnent parmi lesquels :

la figure 1 représente un exemple de réalisation de l'invention ;

la figure 2 représente en coupe une variante d'une partie du dispositif de la figure 1 ;

30 la figure 3 représente le principe d'une variante du procédé utilisé dans les dispositifs des figures 1 et 2.

La figure 1 représente un exemple de réalisation de l'invention. Un guide d'onde 1 comporte une cavité résonante 2 accordée, par ses dimensions, à la fréquence de fonctionnement du guide ;

on a représenté, à titre d'exemple, un guide à section rectangulaire dans lequel on a constitué, entre deux sections droites, un parallélépipède dont quatre faces sont donc confondues avec les parois du guide et deux faces parallèles à la section droite, 5 sont des parois métalliques 21 et 22 percées en leur centre d'orifices 210 et 220 destinées à coupler la cavité avec le reste du guide. Entre les parois 21 et 22 on trouve une distance qui représente environ la moitié de la longueur d'onde de fonctionnement dans le guide : on sait que celle-ci est différente de la 10 longueur d'onde dans l'air (supérieure à celle-ci de 40% dans le cas d'un guide de section rectangulaire de 7 cm sur 3 cm à 3000 MHz).

Deux ouvertures 23 et 24 ont été pratiquées dans le guide pour permettre le passage d'un barreau de verre 13 d'un diamètre 15 n'excédant pas une fraction de la longueur d'onde de fonctionnement (par exemple de l'ordre du quart). Ces ouvertures sont placées en vis-à-vis de telle sorte que l'axe du barreau introduit dans le guide soit confondu avec un axe de symétrie de la cavité 2. On a représenté un étrier 14 soutenant et guidant le barreau 20 13 par un collier de serrage 141. L'étrier 14 est lui-même guidé et soutenu par un appareillage non représenté assurant le déplacement du barreau suivant son axe de symétrie. La fibre de verre 131, après formation préliminaire à l'aide de moyens d'extraction manuels non représentés est tirée par un tambour 15 sur lequel 25 elle s'enroule. Ce tambour, de grand diamètre, est mû par un dispositif non représenté à une vitesse déterminée en fonction du diamètre du barreau et du diamètre de la fibre de verre par des formules connues applicables pour les différentes viscosités du verre à l'état pâteux.

30 Le guide est alimenté par un générateur d'ondes électromagnétiques (non représenté) en ultra-haute fréquence par exemple à la fréquence U.H.F. de 2450 MHz allouée pour le chauffage industriel et domestique.

Le fonctionnement du dispositif selon l'invention est basé sur le principe du chauffage en ultra-haute fréquence par pertes diélectriques. L'introduction du barreau de verre dans la cavité 2 modifie les caractéristiques du milieu transmissif et oblige 5 à retoucher légèrement la fréquence de fonctionnement. La fréquence de résonnance étant de nouveau établie, on observe un échauffement du verre par suite de la concentration d'énergie dans le milieu de coefficient diélectrique le plus élevé, c'est-à-dire le verre. L'élévation de température dans le verre pro- 10 duit un léger abaissement de ce coefficient qui n'est pas gênant pour l'obtention de hautes températures en raison d'un phénomène concomitant qui est l'augmentation de l'angle de pertes. Il en résulte un effet cumulatif qui n'est limité que par les pertes calorifiques par rayonnement dans l'air et dans les parois mé- 15 talliques de la cavité 2 et du guide 1. On peut agir sur celles-ci en organisant un système de refroidissement par circulation d'eau le long de ces parois. La température de fonctionnement optimale s'obtient en définitive en réglant la puissance du générateur d'ondes électromagnétiques.

20 La consommation d'énergie U.H.F. est de l'ordre de quelques centaines de watts pour un dispositif fonctionnant à 2000° C avec un barreau de verre de silice pure de 16 mm de diamètre. Pour un diamètre de 6 mm porté à 2000° C sur une longueur de 10 à 15 mm, une puissance totale de 350 watts est suffisante.

25 Beaucoup de variantes sont possibles concernant la constitution de la cavité et le mode de couplage de celle-ci avec le guide. Les parois 21 et 22 peuvent être notamment remplacées par des barreaux métalliques en métal conducteur situés dans deux sections droites du guide.

30 Figure 2, on a représenté une variante du dispositif selon l'invention comportant une installation analogue à celle de la figure 1, où l'on retrouve notamment le guide 1 et la cavité 2. Mais ici les ouvertures 23 et 24 laissent passer une chambre à vide 25 entourant le barreau de verre 13. Les parois de cette

chambre sont en verre du type "quartz" (silice fondue) assez épaisses pour résister à la pression atmosphérique et assez minces pour ne pas concentrer une trop grande partie de l'énergie électromagnétique ce qui est compatible avec l'emploi de longueur d'ondes d'une dizaine de centimètres. Les parois de la chambre peuvent être refroidies de l'extérieur par un jet d'air comprimé. La chambre 25 comporte une partie cylindrique 251 se terminant à l'une de ses extrémités par une ouverture circulaire 252 et à l'autre extrémité, par un tronc de cône 253 dont le sommet se raccorde à un cylindre creux 254 de très petits diamètres externe et interne, coiffé par une buse 26 dont le diamètre interne est adapté à celui de la fibre de verre.

L'ouverture 252 est fermée par un système de traversée étanche 27 comportant deux joints toriques 272 et 273 s'appliquant entre le barreau 13, le cylindre 251 et une bague de serrage 271. Un ajutage 255 émerge du cylindre 251 ; il permet de raccorder la chambre à une pompe à vide à grand débit permettant de ramener la pression à l'intérieur de la chambre à  $10^{-3}$  mm de mercure malgré la fuite existant au niveau de la buse 26.

Cette variante permet d'éviter la formation gênante de plasma provenant des gaz atmosphériques lors de l'étirage de silice à 2000° C.

En pratique, si l'on veut que la fibre obtenue ait une surface externe régulière et lisse, on est obligé de faire subir au barreau 13 un rodage et un polissage préalables.

Il est cependant possible d'éviter cette dernière sujétion, pour les fibres de longueur relativement courtes, en procédant à l'étirage de la fibre à partir d'une cavité interne du barreau de verre. On a représenté figure 3 un barreau 30 dans lequel un alésage 31 pratiqué au centre du barreau a servi d'amorce à la formation d'une cavité 33 qui s'agrandit à mesure que se produit l'extraction de la fibre 32.

Parmi les avantages de l'invention autres que celui de l'absence de toute impureté indésirable dans la fibre de verre, on signalera :

1°- la localisation étroite de la zone de chauffe, ce qui permet d'une part l'économie de puissance déjà signalée, mais aussi la limitation de la durée pendant laquelle le verre est porté à haute température ; ceci évite les risques de "dévitrification" susceptibles d'arrêter brutalement la production de la fibre ;

2°- l'absence de tout système de chauffage préalable, le processus d'élévation de température s'amorçant à la température ambiante ;

10 3°- dans certains cas, l'ensemble du dispositif peut être placé sous atmosphère réactive sans risque de détérioration d'éléments chauffants puisque le barreau de verre est la seule pièce portée à haute température, le guide et le générateur ultra-haute fréquence pouvant être refroidis à volonté par circulation d'eau ou par ventilation.

15

REVENDICATIONS

1. Dispositif de fabrication de fibre de verre comportant des moyens de chauffage d'une masse de verre, des moyens d'extraction d'au moins une fibre de verre et des moyens de stockage de fibres de verre, caractérisé en ce que lesdits moyens de chauffage  
5 comportent un générateur de rayonnement électromagnétique de haute fréquence débitant sur une cavité de résonance, ladite cavité, contenant au moins une partie de ladite masse de verre, présentant au moins un orifice de couplage avec le générateur et au moins un orifice permettant l'extraction de fibre de verre.
- 10 2. Dispositif suivant la revendication 1, caractérisé en ce que ledit rayonnement électromagnétique est effectué dans la gamme des ondes décimétriques et que ladite cavité est reliée audit générateur par un guide d'ondes.
3. Dispositif suivant la revendication 2, caractérisé en ce  
15 que la fréquence dudit rayonnement électromagnétique est de l'ordre de 2450 MHz.
4. Dispositif suivant la revendication 2, caractérisé en ce que ledit guide d'ondes est du type à section rectangulaire et que ladite cavité est parallélépipédique, quatre de ses faces  
20 étant constituées par les parois du guide et les deux dernières faces étant constituées par des éléments conducteurs disposés dans les plans de deux sections droites.
5. Dispositif suivant la revendication 4, caractérisé en ce que lesdites sections droites sont séparées par une distance  
25 égale à la demi-longueur d'onde de fonctionnement du guide et que lesdits éléments conducteurs sont constitués par des plaques métalliques percées d'au moins un orifice.
6. Dispositif suivant la revendication 1, caractérisé en ce que lesdits moyens d'extraction comportent un système d'en-  
30 roulement à tambour, la masse de verre étant maintenue par un système de serrage solidaire d'un système de déplacement.
7. Dispositif suivant la revendication 1, caractérisé en ce que ladite cavité est occupée partiellement par une chambre à vide destinée à recevoir la masse de verre, ladite chambre



comportant une traversée étanche pour un barreau de verre et une partie en tronc de cône comportant l'orifice d'extraction de ladite fibre.

8. Procédé de fabrication de fibres de verre par étirement  
5 d'une masse de verre portée localement à une température prédéterminée dite de fibrage, caractérisé en ce que l'échauffement du verre est provoqué par les pertes diélectriques sous l'effet d'un rayonnement électromagnétique se propageant dans le verre en ondes décimétriques.

10 9. Procédé suivant la revendication 8, caractérisé en ce que la fréquence dudit rayonnement est de l'ordre de 2450 MHz.

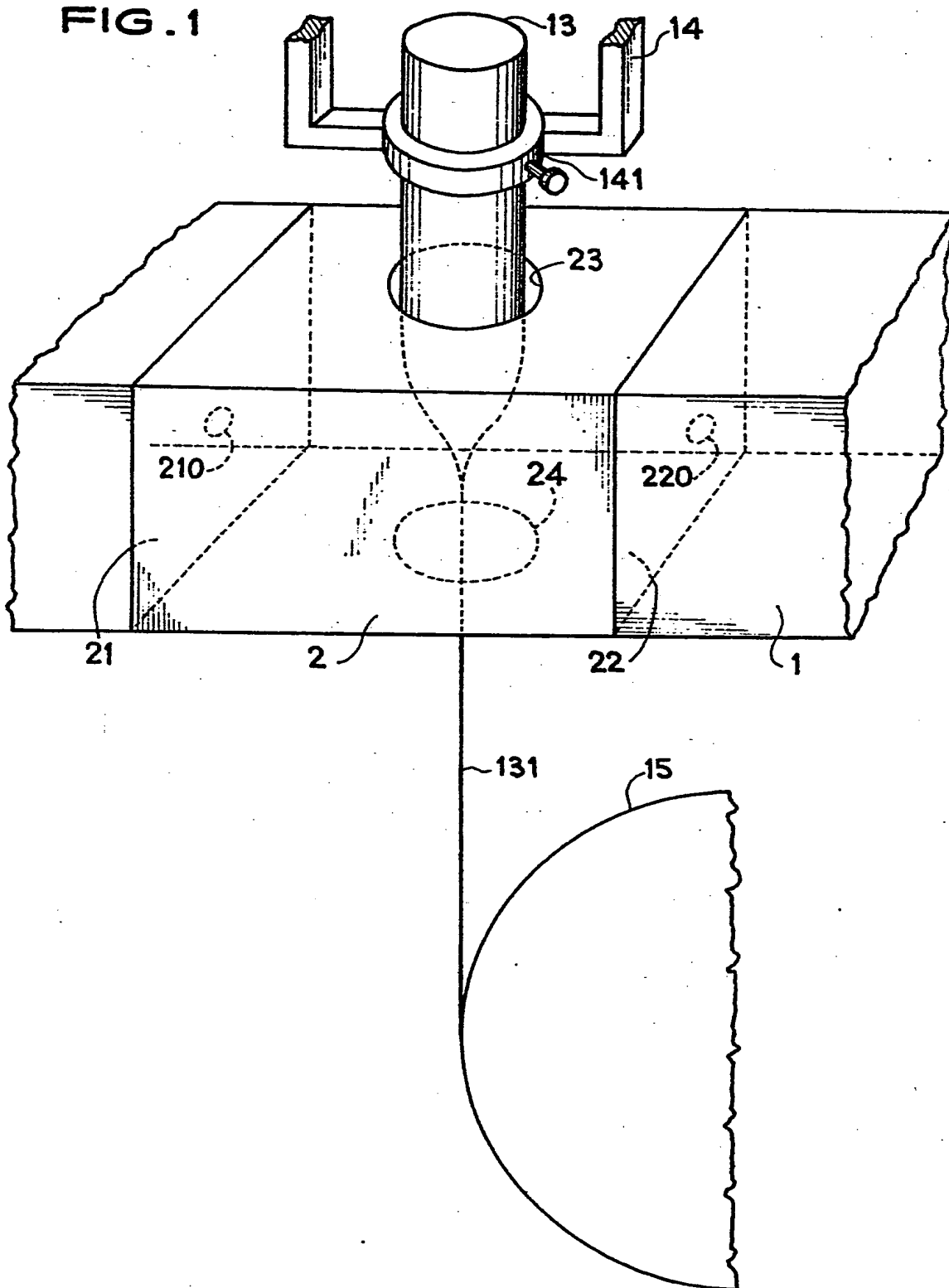
10. Procédé suivant la revendication 8, caractérisé en ce que ledit étirement est opéré à partir de l'extrémité d'un barreau de verre.

15 11. Procédé suivant la revendication 8, caractérisé en ce que ledit étirement est fait par extraction à partir d'un point situé à l'intérieur d'une masse de verre.

12. Procédé suivant la revendication 8, caractérisé en ce que ledit étirement est effectué dans le vide.

20 13. Procédé suivant la revendication 12, caractérisé en ce que ledit étirement est fait dans une chambre à vide refroidie par projection d'air sur les parois de ladite chambre.

FIG. 1



X32, 512

FIG. 2

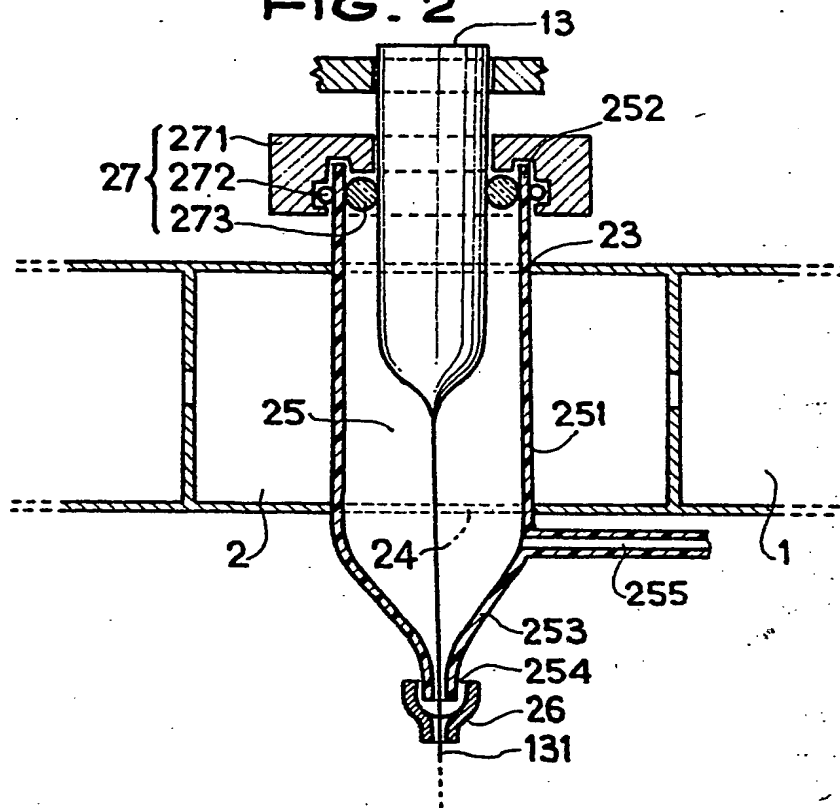


FIG. 3

